IGN MAGAZINE

N°73 JANVIER-FÉVRIER-MARS 2014 ign.fr

DOSSIER

LES PROMESSES DU GÉOCUBE

LE BOÎTIER MULTICAPTEUR DU LABORATOIRE D'OPTO-ÉLECTRONIQUE, MÉTROLOGIE ET INSTRUMENTATION DE L'IGN VA RÉVOLUTIONNER LES MESURES GPS DE TERRAIN.

ZOOM

COMMENT IGN FRANCE INTERNATIONAL A PILOTÉ LE SYSTÈME D'INFORMATION FONCIÈRE OUGANDAIS

IGN
INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE

l'information grandeur nature

AGENDA

FÉVRIER
10
Muséum national d'Histoire naturelle, Paris
Fin de l'exposition, débutée le 26 juin 2013, du Tour de France de la biodiversité à la grande galerie de l'évolution du Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN).

MARS
8
ENSG, Marne-la-Vallée
Journée portes ouvertes à l'École nationale des sciences géographiques (ENSG).

20 et 21
Saint-Mandé
Les 23es journées Recherche IGN. Échanges entre les acteurs de la recherche et du développement dans le domaine de la géomatique.

28 au 30
Salon des expositions, Porte de Versailles à Paris
Destinations nature. 30e édition du salon des nouvelles randonnées, le rendez-vous des amoureux des sports de pleine nature.

AVRIL
8 au 10
ENSG, Marne-la-Vallée
Décryptagéo les rencontres prend le relais des rencontres SIG la Lettre à l'École nationale des sciences géographiques (ENSG).

JUIN
15 AU 30
Au parvis de l'Hôtel de ville de Paris
Dans le cadre du Centenaire de 14-18, l'Institut national de l'information géographique et forestière, l'Office national des forêts et France Bois Forêt, en partenariat avec la Mairie de Paris, présentent une exposition sur la forêt et l'histoire, autour de deux cartes monumentales de la région Ile-de-France en 1914 et 2014 réalisées par l'IGN.

« C'EST LE DÉBUT D'UNE GRANDE AVENTURE »

Lorsque Bénédicte Bucher m'a proposé une visite du Loemi de l'IGN à Saint-Mandé, j'étais en pleine recherche d'opportunité de valorisation de travail de recherche. En ce sens une visite de laboratoire est toujours pour un industriel une source de rafraîchissement par l'opportunité de s'intéresser à d'autres domaines que le sien. Les chercheurs m'ont montré leurs travaux et je suis tombé en arrêt devant le Géocube. Un instrument de mesure tout-terrain d'une précision exceptionnelle. Il ne m'a pas fallu longtemps pour comprendre le *gap* que permettait de franchir cet objet, qui maille un territoire et surveille ses déformations en permanence. L'objet était un prototype, certes, mais remarquablement avancé.

DR

L'éditorial de…
Frédéric Verluise
Directeur de la société Kylia

J'ai alors proposé de l'industrialiser. Et je me suis retrouvé face à des équipes désireuses que leur produit aille plus loin. Elles étaient en cela poussées par un industriel utilisateur, la société Soldata, spécialisée dans la surveillance de chantiers, qui souhaitait utiliser ce produit sur le terrain. Il manquait un partenaire pour industrialiser le Géocube. Cet écosystème a permis d'initier une collaboration public-privé tant appelée par les vœux de tous les politiques et si difficile à mettre en place. Donc Kylia a en ce début d'année la tâche de faire découvrir cette petite merveille de technologie destinée à la surveillance d'ouvrages d'art, de glissements de terrain, de travaux en sous sol… Mais la collaboration entre Kylia et l'IGN ne s'arrête pas là : le Géocube est plus qu'un GPS différentiel précis, c'est également une centrale d'acquisition à lui tout seul, et le réseau qu'il crée peut servir à de nombreuses mesures, soit autant de capteurs à développer par l'IGN et à industrialiser par Kylia. Nous sommes donc au début d'une grande aventure, à la fois pour le produit et pour une collaboration public privé d'un type assez rare en France.

IGN MAGAZINE
TRIMESTRIEL DE L'INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE

Direction générale et siège social
73, avenue de Paris, 94160 Saint-Mandé
Tél. : 01 43 98 80 00.

ISSN : 1624-9305.

Directeur de la publication Pascal Berteaud.
Directrice de la rédaction Bénédicte Dussert.
Rédacteur en chef Bernard Bèzes.
Rédacteur en chef adjoint Jean-Marc Bornarel.
Comité de rédaction
E. Arcaheloff, M. Bacchus, S. Carvalheiro, C. Cecconi, S. Couturier, J.-E. David, X. Della Chiesa, M. Morand, J. Peron, P. Truquin, A. Sandrin, J.-M. Viglino, S. Wurpillot.

Ont participé à ce numéro
Geneviève de Lacour, Marc Provot, Alain Puiseux

Conception éditoriale et graphique
Agence Cinquième Colonne,
tél. : 06 83 25 03 52
www.agencecinquiemecolonne.com

Couverture
DENIS LOMBARDI

Impression
IGN

Dépôt légal
Février 2014

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT

AU SOMMAIRE DU NUMÉRO 73 JANVIER-FÉVRIER-MARS 2014

DOSSIER 6-12
UN PETIT CUBE ET D'IMMENSES PROMESSES
Le Géocube développé par une équipe du laboratoire Loemi de l'IGN pourrait révolutionner les mesures GPS de terrain.

Autonome Le Géocube et son panneau solaire photovoltaïque.

Démonstration Quand la recherche et les sciences partent à la rencontre du grand public, et des lycéens. IGN

Sciences au Carré(e) fait sa fête à la science

■ Rendez-vous était donné au grand public du 17 au 19 octobre place Carrée du Forum des Halles (Paris 1er) pour l'événement Sciences au Carré(e), une manifestation gratuite et innovante proposée par quatorze organismes de recherche français — dont l'IGN — dans le cadre de la Fête de la science.

Au cours de ces trois journées, des thématiques de recherche très diverses (énergie, environnement, climat, espace, santé…) ont été abordées par près de 100 chercheurs au travers de nombreuses animations permettant une approche originale et ludique des sciences, afin d'éveiller la curiosité scientifique des jeunes participants.

Les visiteurs ont notamment tenté de deviner quels étaient les objets mystères apportés par les chercheurs de chaque institut. Un dispositif de réalité augmentée avec immersion 3D a permis aux spectateurs d'être plongés au cœur de trois environnements virtuels (la banquise en Arctique, les déserts et la planète Mars) afin de vivre une expérience innovante et interactive inédite. Des « *speed-dating* », en français des rencontres express, ont été organisés pour faire découvrir le métier de chercheur à 450 lycéens franciliens.

IGN

ACTUS 3-5

VILLE DE ST-DIÉ-DES-VOSGES

L'appli Géoportail sur l'App Store
Les nouveautés cartographiques
L'IGN au festival de Saint-Dié
Le Géoportail version « webinaire »

QUESTIONS, RÉPONSES 13

Posez vos questions sur **ign.fr**

FORÊTS

14-15

Anatomie de l'inventaire forestier

GÉOPORTAIL

16-17

Les gagnants du concours Géoportail 2013

ZOOM 18-21

IGN-FI

Révolution foncière en Ouganda

IGN-FI a installé un système d'information foncière numérisé et certifié.

CARTES SUR TABLE 22

ACC

Sylvain Genevois

La cartographie numérique et l'enseignement, mode d'emploi.

> POUR TÉLÉCHARGER GRATUITEMENT IGN MAGAZINE, RENDEZ-VOUS SUR IGN.FR

NOUVEAUTÉS CARTOGRAPHIQUES

IGN

LA CARTE DU JOUR J

L'OCCASION En juin 1994, l'IGN avait participé aux célébrations du 50e anniversaire du Jour J en réalisant un assemblage au sol d'une carte géante des plages du débarquement de Normandie. En 2014, l'institut s'associe une nouvelle fois aux commémorations de cet événement historique, pour ses 70 ans. À cette fin, l'IGN a réalisé en partenariat avec l'association Normandie Mémoire une nouvelle édition de la carte *Normandie jour J, 6 juin 1944* parue en 2004 pour le 60e anniversaire du débarquement.

L'OBJET La carte couvre la zone du débarquement et présente quatre cartes différentes : la position des forces alliées à minuit à l'échelle 1 : 100 000 ; la position des forces allemandes et les zones de parachutage ; les sites commémoratifs – musées, monuments, cimetières et itinéraires historiques à l'échelle du 1 : 250 000 – ainsi que ceux du Conservatoire du littoral ; l'évolution du front du 6 juin au 18 août 1944 à l'échelle du 1 : 500 000 ; l'opération Neptune, en encart. Les légendes figurent en français, anglais et allemand.

Prix : 7, 90 €

IGN

LA CARTE DE LA GRANDE GUERRE

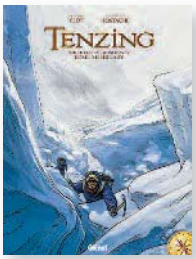
L'ÉTENDUE À l'occasion du centenaire de la Première Guerre mondiale, l'IGN a édité la carte de la *Grande Guerre 1914-1918*. Elle couvre toute la zone de front, de la Suisse à la mer du Nord, à l'échelle 1 : 410 000 (1 cm = 4,1 km).

LE CONTENU Cette carte présente les lignes de front, les lieux de mémoire (mémoriaux, cimetières militaires, anciens ouvrages défensifs, musées), les lieux de bataille et les chemins de mémoire. Réalisée en partenariat avec la Mission du Centenaire, les comités régionaux et départementaux du tourisme des régions et départements couvrant la zone de Front, la carte possède une légende trilingue en français, anglais et allemand.

Prix : 7, 90 €

EN BIBLIOTHÈQUE

DR

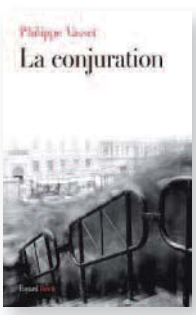


TENZING

■ Lorsqu'en 1953 les Anglais proposent au sherpa Tenzing d être le *sirdar* (chef des porteurs) de leur expédition sur l'Everest, il n'accepte qu'à une condition : être considéré comme un grimpeur à part entière et avoir sa chance d'accéder au sommet. Une demande incroyable ! Mais l'expérience de Tenzing est indispensable et les Anglais acceptent, persuadés de pouvoir le laisser de côté lors de l'ascension finale. Après sept échecs, conquérir l'Everest est une obligation stratégique pour l'Angleterre, une question de prestige. Face à ces enjeux énormes, Tenzing, avec son rêve d'enfant de gravir le toit du monde auprès duquel il est né, est esseulé. Pourtant, sa force de caractère et ses qualités de grimpeur lui valent la confiance du colonel Hunt, le chef d'expédition, et l'amitié d'Edmund Hillary. À l'heure du choix, Hunt choisit Hillary et Tenzing, qui deviendront les deux premiers hommes au sommet de l'Everest. Mais l'Angleterre peut-elle accepter qu'un Népalais et un Néo-Zélandais soient les deux premiers « Anglais » au sommet du monde ?

Éditions Glénat. Prix : 14, 95 €

DR



LA CONJURATION

■ Philippe Vasset est un flâneur passionné, un promeneur attentif et minutieux. Avec son dernier roman, *La Conjuration*, exploration psycho-géographique de Paris, l'auteur du *Livre blanc* redécouvre les marges de la ville à travers l'histoire d'un homme traquant les lieux encore inexplorés de la capitale. *La Conjuration* se présente comme un livre inclassable. Sorte d'enquête policière, le récit comporte des descriptions détaillées, presque encyclopédiques, de quartiers parisiens méconnus. Il y a chez Vasset une volonté d'embrasser la totalité de l'espace urbain. Le livre déploie un imaginaire littéraire riche, entre parcours balzacien et roman noir.

Éditions Fayard. Prix : 17, 00 €

IGN

En poche Le survol de la capitale ? Des données historiques ? Le Géoportail est disponible sur les « téléphones intelligents ».

L'appli Géoportail disponible sur l'App Store

■ Après la mise à disposition sur Google Play de l'application mobile Géoportail sous Androïd, c'est désormais au tour de la plateforme de téléchargement App Store de la proposer. Cette version Apple offre la même ergonomie simplifiée, qui affiche les fonctionnalités essentielles que sont la géolocalisation, la recherche d'adresse, la sélection de fond de carte et la modification des options d'affichage.

La couche « Plan IGN » est bien sûr proposée, et offre une cartographie spécifique adaptée aux zones urbaines, particulièrement lisible sur un mobile.

Et les gagnants du concours Géoportail sont…

■ Du 15 octobre au 15 novembre 2013, les utilisateurs des services en ligne du Géoportail étaient invités à participer à la quatrième édition du concours Géoportail. Plus simple et accessible, le concours était cette fois ouvert à toutes les applications utilisant les référentiels IGN, quelle que soit l'API (*Application Programing Interface*) choisie.

Une trentaine de candidatures ont été déposées dans quatre catégories : tourisme et culture, sport et loisirs de plein air, services aux citoyens et projets.

La-trace.com, l'observatoire de Haute-Loire, Terres de guerre et l'observatoire piscicole Artois Picardie ont chacun reçu le premier prix dans leur catégorie. Les deuxièmes prix ont été attribués à Rando Écrins, City Cycle, Sity Tour et Mapotempo. Application coup de cœur, Terres de guerre s'est vu remettre le prix du jury.

Le site TraceGPS a, quant à lui, reçu un large soutien des internautes. Il est lauréat du prix du public, à la suite d'un vote en ligne qui a suscité plus de 3000 votes cumulés en cinq jours.

Pour en savoir plus : Concours-geoportail.ign.fr et notre rubrique Géoportail en pages 16 et 17.

IQmulus, un programme européen pour la donnée 3D

■ Du 14 au 17 octobre 2013, l'IGN a reçu le consortium chargé du projet IQmulus. Ce projet lancé fin 2012, et auquel l'IGN est associé à onze autres organismes de sept pays européens, veut faciliter l'accès aux quantités impressionnantes de données géospatiales produites par les nouveaux systèmes d'acquisition (lidar, radar, imagerie…) et faciliter leur traitement. D'une durée de quatre ans, d'un budget global de 10,1 millions d'euros, dont 8,1 financés par la Commission européenne dans le cadre du 7e programme cadre (FP7), IQmulus doit déboucher sur la création d'une plate-forme d'accès, de visualisation et de traitements innovants de la donnée 3D. Elle facilitera la prise de décision, par exemple pour la gestion des risques naturels et industriels ou l'aménagement des territoires.

www.iqmulus.eu

POINTS DE REPERES

Pascal Berteaud, directeur général de l'IGN : « Les données d'autorité restent un instrument de souveraineté »

Comment le rôle de l'IGN évolue-t-il ?
L'IGN doit fournir des données d'autorité sur le territoire national dont la mise à jour et la précision sont garanties. Ce qui était vrai en 1666, quand l'IGN a été créé, l'est toujours : les données d'autorité restent un instrument de souveraineté. Le citoyen de Savignac-les-Eglises (Dordogne) a le droit d'accéder à la même description de son territoire que celui de Paris.

Pourtant, des acteurs comme Google ou Open Street Map satisfont nombre de personnes, même des collectivités…
Là où il y a une offre privée qui satisfait un besoin, pourquoi payer des fonctionnaires pour faire la même chose ? Nous nous positionnons sur des sujets de grande échelle et de degré de précision utile à des professionnels, avec le souci majeur de l'égalité territoriale.

Que vont changer pour l'IGN les arbitrages du dernier Cimap(*) en faveur de la fin des redevances «open data»?
Voilà déjà un ou deux ans que nous intégrons l'open data et sommes confrontés à une baisse de la valeur marchande des données. Nous devons évoluer vers la fourniture de services, plutôt que de données brutes.

LA GAZETTE DES COMMUNES, DES DÉPARTEMENTS, DES RÉGIONS
Propos recueillis par Virginie Fauvel et Romain Maton
6 janvier 2014

(*) Comité interministériel pour la modernisation de l'action publique

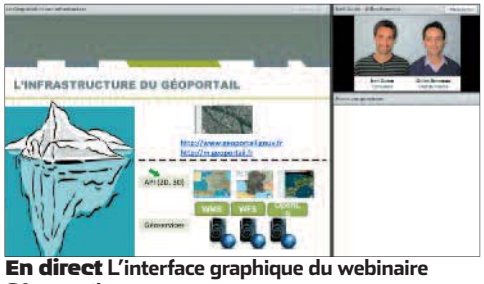
VILLE DE ST-DIÉ-DES-VOSGES

Festival L'entrée de l'espace Georges-Sadoul, où se déroule le FIG, à Saint-Dié-des-Vosges.

L'IGN au Festival international de géographie de Saint-Dié

■ Du 3 au 6 octobre, l'IGN était présent à la 24e édition du Festival international de géographie de Saint-Dié-des-Vosges (FIG), qui avait pour thème « La Chine, une puissance mondiale ». Les festivaliers ont pu admirer les superbes cartes géantes du massif des Vosges que l'IGN avait déroulées à leurs pieds dans le hall de la gare de Saint-Dié. Ils ont pu constater aussi, au salon de la géomatique, la richesse des services en ligne que l'institut développe et met à disposition du grand public avec le Géoportail, le portail des territoires et des citoyens, ainsi qu'avec le service Carte à la carte. Edugéo était également présenté, pour démontrer tous les apports pédagogiques gratuits destinés aux enseignants du premier et second degrés. Enfin, les visiteurs ont pu consulter au salon du livre les dernières nouveautés cartographiques IGN adaptées à tous types d'activités. Au fil des années le FIG est devenu le rendez-vous incontournable des passionnés de géographie. Des échanges s'y font dans une ambiance chaleureuse et conviviale. Le festival est aussi une vitrine permettant de montrer tout l'intérêt que revêt l'information géographique lorsqu'elle est appliquée à la gestion de notre environnement, à la formation, aux loisirs ; et au final à la vie quotidienne de chacun d'entre nous.

France Raster 4 et le Géoportail présentés en webinaire



En direct L'interface graphique du webinaire Géoportail.

■ Vous avez dit webinaire? Croisez Internet et un séminaire, et vous obtenez ce néologisme désignant les conférences en ligne qui font maintenant florès à l'IGN. Elles permettent, grâce au Web 2.0, des échanges synchrones entre différents acteurs intéressés par le même sujet.
Le 30 septembre dernier l'IGN présentait de cette manière, à près de 300 personnes, la toute nouvelle version de France Raster produite en coédition avec la société Esri France. Après un rapide historique du produit, lancé en 2002 sous l'appellation GeorouteRaster et devenu au fil du temps FranceRaster versions 1, 2 et 3, l'attention des participants fut orientée sur la toute récente version 4. Ils purent constater que le fond cartographique multi-échelles allant du 1:1250 au 1:8 000 0000 est homogène sur l'ensemble du territoire, qu'il est cohérent avec les bases de données vectorielles de l'IGN, esthétique, d'un usage simple et fiable grâce à une mise à jour régulière des données. Le caractère prêt à l'emploi de FranceRaster V4 et sa facilité à supporter les données métiers furent plébiscités par les participants.

LE GÉOPORTAIL DE FOND EN COMBLE

Quelques jours plus tard, le 24 octobre, un webinaire sur le Géoportail mit en relation les intervenants IGN avec des utilisateurs assidus du portail géographique national. Au programme tout d'abord un aperçu des infrastructures du Géoportail et de la manière dont les géo-données sont intégrées, gérées, stockées et diffusées ; puis un focus sur la quatrième édition du concours Géoportail qui s'est déroulé du 15 octobre au 15 novembre et qui a vu les meilleures applications récompensées lors de la journée de remise des prix du 12 décembre (voir page 4). Un panel de questions-réponses a permis de dialoguer à propos des nouvelles fonctionnalités du Géoportail, de plus en plus élaborées et performantes.

COMMENT LE GÉOCUBE VA SIMPLIFIER LES MESURES AU SOL

Le laboratoire d'optoélectronique, de métrologie et d'instrumentation (LOEMI) de l'IGN a développé un récepteur GPS autonome ultra-compact, ultra-précis… et grégaire. Fonctionnant en réseau, le Géocube s'apprête à révolutionner la surveillance des glissements de terrain, des mouvements des glaciers ou des ouvrages d'art.

Parfois, des idées géniales naissent fortuitement. En 2005, Olivier Martin, ingénieur au LOEMI, ancien étudiant de l'École nationale des sciences géographiques, s'attaque pour les besoins d'un concours à la réalisation d'un drone à ailes battantes en forme de colibri. À cet instant, rien ne laisse présager que ses travaux le conduiront à développer un système basé sur un module GPS compact, ultra-précis et aux données diffusables par radio. Il ne savait pas non plus qu'il se prendrait de passion pour ce GPS au point que huit ans après, il travaillerait encore à l'améliorer. Le Géocube, sa géniale petite invention, est un appareil ultrasensible, bardé de capteurs et pouvant détecter avec une très grande précision le moindre mouvement de terrain. Et parce qu'il est simple, il est révolutionnaire.

Bataillon
Les Géocubes travaillent en réseau : plus ils sont nombreux, et plus la description du mouvement est précise

La technologie est basique. Elle comprend une carte module GPS, une carte microcontrôleur, une carte mémoire incluant un microprocesseur et une carte radio permettant aux Géocubes de communiquer entre eux.

SIMPLE ET PEU COÛTEUX

«*J'ai découvert par hasard ce module GPS fournissant des données brutes, un GPS fournissant beaucoup plus d'informations que les modules GPS des voitures. C'est en comparant leurs mesures que l'on obtient une très grande précision*, raconte Olivier Martin. *Et à un coût défiant toute concurrence* », complète l'ingénieur IGN : le mo-

IGN

dule vaut 60 euros. Pourtant l'originalité du système va bien au-delà de son coût. « *C'est toute une intelligence qui se cache dans ce cube* », avoue Frédéric Verluise, directeur de Kylia, la société qui va prochainement industrialiser le Géocube et le commercialiser. Les informations de localisation captées par le GPS sont très précises — de l'ordre du millimètre. Une fois extraites, elles sont traitées par un logiciel mis au point par l'IGN. Tout comme l'a été le système d'exploitation « *qui est la pierre angulaire du Géocube* », assure Olivier Martin. Le processeur, optimisé, a été choisi pour sa très faible consommation. Mais il traite en même temps les données en provenance du module GPS, celles issues des capteurs, gère les messages radio et l'écriture/lecture sur la carte mémoire microSD.

Dans la partie haute de l'atmosphère, les signaux émis par la constellation des satellites sont déviés, retardés par l'ionosphère. Ceux émis par les satellites situés à la verticale du point de mesure sont moins retardés que les signaux venant des satellites situés à l'horizon. « *On peut connaître l'impact de l'ionosphère. Dans cette partie de l'atmosphère, le signal est ralenti, ce qui génère une imprécision*, explique Olivier Martin.

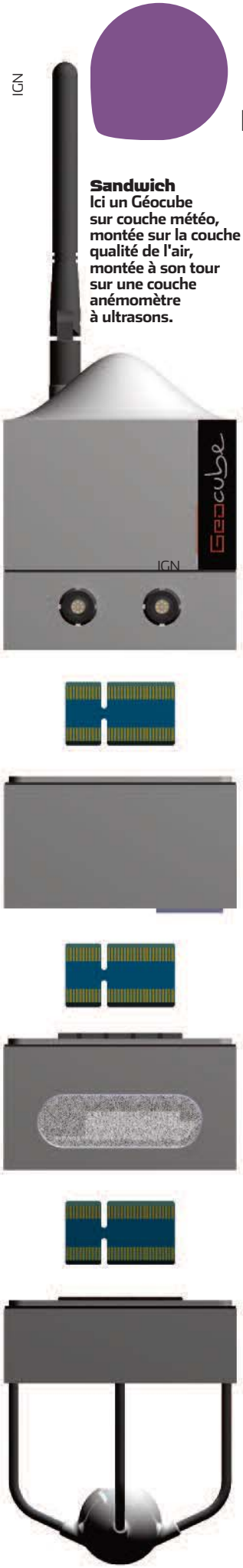
IGN

Solaire
À droite, un Géocube dans sa version actuelle. À gauche, le prototype d'un Géocube solaire : chaque face verticale possède un panneau solaire d'un watt.

UN TRAVAIL EN RÉSEAU

« *Dans notre cas, la proximité des Géocubes permet de considérer l'erreur comme identique pour chaque nœud du réseau.* » En effet, la proximité des Géocubes permet

IGN



Sandwich
Ici un Géocube sur couche météo, montée sur la couche qualité de l'air, montée à son tour sur une couche anémomètre à ultrasons.

IGN

Terrain mouvant
Le Géocube et son panneau solaire sur le glissement de terrain de Super Sauze près de Barcelonnette (04). Les mouvements constatés sont de l'ordre de 1 cm par jour.

aux scientifiques de considérer l'erreur comme identique pour chaque brique d'un même réseau. La correction sera donc la même à l'échelle de la maille. Résultat : « *les Géocubes ont une bonne précision quand on les regarde entre eux, c'est-à-dire en relatif, mais en absolu, ils ont une précision de type GPS automobile…* »

« ON VOIT CLAIREMENT CE QU'IL REMPLACE »

« *Le Géocube amène un vrai changement de paradigme dans l'instrumentation GPS*, affirme Frédéric Verluise. *Oui, j'ai été bluffé par cette découverte ! Jusqu'à présent, si l'on voulait obtenir un suivi GPS très correct, le coût était rédhibitoire.* » « *Depuis quelques années, je cherche à dépasser le marché des télécoms* », poursuit le patron de Kylia. L'entreprise est spécialisée dans la fibre optique. « *J'ai donc sondé des marchés différents de celui de l'optique. J'ai découvert le LOEMI. Ce laboratoire fait des choses assez extraordinaires.* » Même s'il avoue que l'objet Géocube n'entre pas dans le domaine de compétences de son entreprise, Frédéric Verluise considère qu'il s'agit d'un modèle technologique proche du sien. « *Le champ d'application est lointain, mais le public visé est assez similaire. J'ai tout de suite vu l'objet : il est simple à décrire, son périmètre est simple, et on voit très clairement ce qu'il remplace.* » L'entrepreneur conçoit le Géocube comme une rupture technologique dans le domaine des récepteurs GPS. Elle ouvre de nouveaux champs d'instrumentation, et des possibilités d'applications très diverses.

Le dernier prototype de l'IGN est en cours de test. Lorsque cette dernière version sera arrêtée par l'IGN, une phase de tests poussés sera initiée pour vérifier le bon fonctionnement du matériel. Puis viendront les phases d'élaboration et de production. « *C'est à ce moment-là que les dernières révisions seront apportées*, complète Frédéric Verluise. La vente des premiers modules est prévue pour le troisième trimestre 2014. *Pour la production, les volumes visés sont de 1 000 unités par an à partir de 2014-2015. Dans sa forme, le Géocube devrait se simplifier et avoir moins l'air d'un cube.* »

DIX FOIS MOINS CHER QUE LES SOLUTIONS DU MARCHÉ

« *Jusqu'à présent, nous n'avons pas encore communiqué sur ce produit.* » Même si certains universitaires ou représentants de collectivités locales en ont déjà entendu parler. « *Nous sommes encore dans le recueil d'informations clients permettant d'affiner le produit. Les collectivités locales, les labos de recherche se montrent déjà intéressés, pour la surveillance des structures par exemple* », explique le directeur de Kylia. Le besoin de mesures ultraprécises est crucial dans ces domaines. Le système surveille à la fois les déformations brusques et les déformations lentes et faibles. « *On*

En équipe
Olivier Martin a inventé le Géocube… oui, mais pas tout seul.

J.-P. BATISSE

LE CHERCHEUR, LE CUBE ET LE TRAVAIL D'ÉQUIPE

Tâtonnement, obstination, découvertes : la genèse d'une invention est toujours une belle histoire, et souvent une histoire collective. Voici celle de l'élaboration du Géocube, telle que racontée par Olivier Martin ; pour qui, sans ses collègues, le Géocube n'existerait pas.

« Au début du Géocube (2006-2008), le LOEMI était en plein dans le développement d'un instrument capital pour l'IGN (et pour nous aussi !) : la conception et fabrication d'une deuxième version de la caméra numérique. Christophe Meynard avait développé un mini-système d'exploitation (OS) pour les têtes de caméra. En même temps, je développais la deuxième version de Géocube un peu chez moi, un peu au boulot. J'ai donc essayé d'adapter le code de ce mini OS que je trouvais parfait pour donner vie au microcontrôleur du Géocube : c'était du bricolage de code et ça « marchottait » ! À tel point que Christophe s'y est intéressé, il a tout refait avec un souci d'optimisation extraordinaire : les moindres microsecondes d'inactivité se sont transformées en état d'endormissement avancé du microcontrôleur permettant de réduire toujours davantage sa consommation. Et mieux encore, le microcontrôleur est devenu quasiment multitâche. Ainsi, au lieu d'attendre qu'une tâche d'un périphérique ait fini son traitement, l'OS décide de lui-même d'aller effectuer une autre tâche de plus haute priorité pour ensuite revenir à la première. C'est ce système d'exploitation IGN qui fait aujourd'hui que le Géocube est capable de faire énormément de choses malgré ses très faibles moyens matériels. Ensuite, le projet caméra numérique a pris fin, Christian Thom s'est penché un peu sur la partie traitement GPS. Car à l'époque nous n'obtenions que 5 mm de précision planimétrique et 2 cm en alti après au moins 2 heures de mesures – et encore ! C'était grâce à l'obstination d'Alain Harmel. Christian a commencé à me demander quelques heures de mesures issues des Géocube. Après deux ou trois jours à triturer ces signaux GPS, son opinion était faite : la précision pouvait être largement améliorée pour un réseau de Géocubes donné si l'on manipulait convenablement les signaux GPS. L'avenir lui a donné raison. Il a donc ouvert un poste de doctorant et Lionel Benoit y a répondu. Au bout de quelques mois, Lionel avait déjà des résultats très intéressants qui se sont encore améliorés par la suite. Sur le conseil de Christian, il n'est pas parti d'un logiciel de traitement GPS existant. Il est parti de zéro et a créé un logiciel de traitement de données issues de plusieurs récepteurs GPS mono-fréquence (comme celui des Géocubes) pour obtenir des coordonnées précises, de l'ordre de 2-3 mm. Ses travaux permettent aujourd'hui d'atteindre ces précisions non pas après quelques heures de mesures mais en quasi-temps réel ! C'est-à-dire avec quelques secondes de décalage seulement. Dans le même temps, Emmanuel Bardière a développé une interface permettant de dialoguer avec les Géocubes de manière déportée. Ainsi, le suivi des Géocubes a pu se faire depuis Saint-Mandé alors qu'ils étaient installés à Super Sauze ou sur le glacier d'Argentière. Enfin, une sixième personne s'est beaucoup impliquée dans le projet : Thierry Person, qui a proposé au LOEMI d'entrer dans le programme européen SANY en association avec une quinzaine de partenaires dont Soldata afin de développer le Géocube. Il a été non seulement moteur mais a été aussi un soutien pour que je conserve mon entêtement à poursuivre ce projet malgré les plus hautes priorités d'autres projets. »

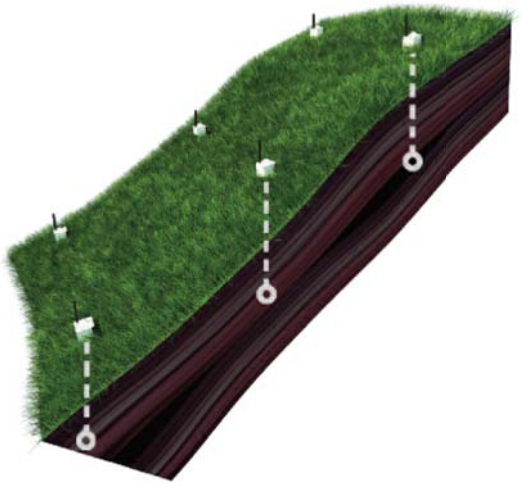
pourrait tout à fait imaginer surveiller très localement la qualité de l'air d'une ville, ou bien les déformations accidentelles de pipelines, en plus des glissements de terrain. Je propose aux futurs clients une solution dix fois moins chère que ce qui existe sur le marché, et en plus estampillée du label IGN, ce qui est un gage de qualité. Une donnée qui aide à mettre en confiance les futurs clients. » Pourtant, toutes les spécifications ne sont pas encore arrêtées. « *On manque encore cruellement d'éléments qui traduisent les performances du produit* », avoue le directeur de Kylia. Et le Géocube s'adresse à une clientèle technique qui achète justement un produit sur ses spécificités.

Le Géocube transmet ses informations par radio, ce qui permet une surveillance des objets en temps réel et la mise en place d'un système d'alerte. Le système paraît idéal, donc, pour contrôler les mouvements d'un ouvrage d'art, les glissements de terrain, les mouvements des falaises et des glaciers.

GLISSEMENTS SOUS HAUTE SURVEILLANCE

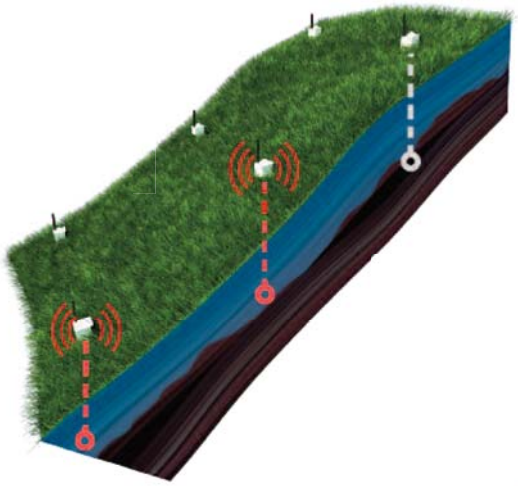
Les premiers tests ont été réalisés

IGN



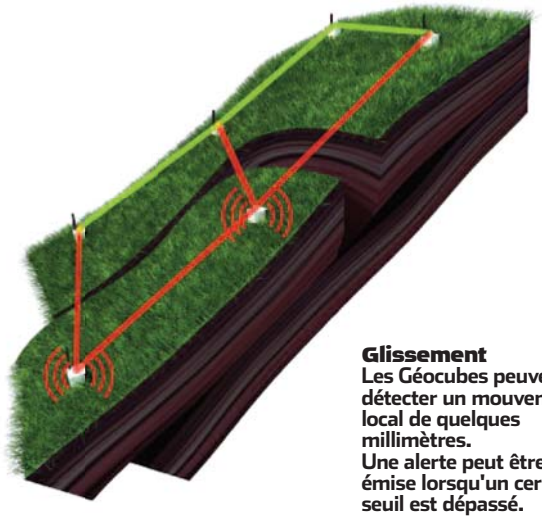
Surveillance
Les Géocubes sont placés sur une zone instable. Différents capteurs sont installés, dont un pluviomètre et des sondes mesurant l'humidité du sous-sol.

IGN



Alerte
Une alerte est émise par chaque Géocube lorsqu'un certain seuil d'humidité du sous-sol est décelé par la couche capteur.

IGN



Glissement
Les Géocubes peuvent détecter un mouvement local de quelques millimètres. Une alerte peut être émise lorsqu'un certain seuil est dépassé.

TERRAINS GLISSANTS

L'Observatoire multidisciplinaire des instabilités de versants (OMIV) surveille entre autres quatre glissements de terrain dans les Alpes : Séchilienne, la Clapière, Super-Sauze et Mas d'Avignonet. 18 Géocubes ont été installés à Super-Sauze pendant deux mois, à l'été 2012. L'OMIV envisage maintenant d'équiper les quatre sites pour une longue durée afin d' améliorer la surveillance de ces glissements de terrain.

sur un glissement de terrain : le site de Super-Sauze, au-dessus de Barcelonnette. Ce sont le Centre d'études techniques de l'équipement (CETE) Normandie centre et l'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (Ifsttar) qui ont sollicité le LOEMI. Divers capteurs ont été placés dans le cube : un capteur météo, un autre pour l'humidité, un pour la piézométrie, c'est-à-dire l'humidité interstitielle. « *Le test GPS a été performant et le capteur météo a bien fonctionné. Mais les tests sur les autres capteurs n'ont pas été concluants* », reconnaît Olivier Martin. Les capteurs d'humidité du sol et de piézométrie ont mal fonctionné. L'étanchéité du matériel doit être encore améliorée. Lionel Benoît, doctorant à l'IGN, devrait prochainement publier les résultats de ces mesures, en collaboration avec l'Université de Strasbourg. « *Le mouvement réel du glissement a pu être mesuré et nous constatons que la pluie l'accélère*, constate d'ores et déjà Lionel Benoit. D'ailleurs, *l'observatoire multidisciplinaire des instabilités de versants (OMIV) serait intéressé par l'achat d'une vingtaine de Géocubes pour équiper les quatre sites (dont Super Sauze) qu'il surveille.*» C'est lors de cette expérience que Denis Lombardi, sismologue, à l'Observatoire royal de Belgique (ORB) a croisé les chercheurs du

LA SURVEILLANCE DES GLACIERS

Les premiers tests sur glacier ont été menés sur le glacier d'Argentière. 15 Géocubes ont été fixés sur des tiges plantées dans la glace. L'université de Savoie travaille sur l'aspect glaciologie et a installé des réflecteurs, points de repère pour les images satellites radar. Les données satellitaires récupérées par l'Université de Savoie vont être croisées avec les informations fournies par le Géocube. Le but est de suivre l'évolution du glacier dans le temps et en fonction des conditions climatiques.

IGN

En poste
Un Géocube sur le glacier d'Argentière. Les cônes servent de repère pour le suivi photogrammétrique.

LOEMI et leur petit cube malin. «*Le scientifique nous a ensuite recontactés*, relate Olivier Martin. *Avec l'idée d'ajouter un capteur de type sismomètre : le module GPS permet une synchronisation meilleure que la microseconde entre Géocube, il est donc possible de dater très précisément les événements sismiques. Il voulait utiliser notre Géocube pour capter des séismes lointains.*»

Pour que le GPS soit utilisable dans toutes les conditions, les chercheurs de l'IGN ont encore voulu améliorer l'étanchéité du cube. « *Une fois les efforts d'étanchéité réalisés, nous avons fait des tests sur le glacier d'Argentière.*»

Quinze Géocubes ont été fixés sur des tiges et plantés dans la glace pour suivre les mouvements du glacier. Il a fait beau : la glace a fondu. Les Géocubes ont commencé à bouger avec le glacier, et les tiges se sont inclinées en cisaillant la glace. «*Grâce à l'inclinomètre du Géocube nous avons su exactement quand les GPS ont commencé à bouger… et quand les données n'étaient donc plus exploitables.*» Les premiers résultats indiquent que là aussi, la pluie a un impact sur le déplacement du glacier.

UN FINANCEMENT EUROPÉEN

La Communauté européenne s'intéresse de plus en plus à des systèmes d'information et de monitoring précis, du style Géocube. Changements climatiques aidant, l'Europe connaît de plus en plus d'inondations, de feux de forêts, de tempêtes et autres catastrophes. Elle a mis en place le programme SANY (*Sensors Anywhere*) dont le but est de faciliter la mise en correspondance des données issues des myriades de capteurs de risques environnementaux.

La Commission européenne et l'Agence spatiale européenne contribuent au programme, qui vise à améliorer l'interopérabilité des capteurs *in situ*. Le financement européen reçu dans le cadre du programme SANY a permis à l'équipe de Christian Thom, le chef du laboratoire, de concevoir une

« EN ANTARCTIQUE, LE GÉOCUBE SERA CHARGÉ DE LA MESURE EN SURFACE »

DR

4 questions à...

Denis Lombardi

Sismologue à l'Observatoire royal de Belgique

Pourquoi emporter des Géocubes en Antarctique ?

Mi-décembre, je mets le cap sur la base Princesse Elisabeth en Antarctique, où je vais passer deux mois. La base belge est située à 200 km des côtes. Sismologue à l'Observatoire royal de Belgique (ORB), j'ai décidé d'emporter avec moi quatre Géocubes couplés à quatre sismomètres. L'idée est d'étudier à la fois le comportement de l'épaisse calotte glaciaire et d'observer ses modalités de glissement sur le continent antarctique. Nous aimerions aussi en apprendre un peu plus sur son comportement dans son avancée vers la mer.

Et pourquoi des capteurs sismiques ?

J'envisage de collecter des données sismologiques dans cette partie australe de la planète. Seuls les pays européens, l'Amérique du Nord et le Japon — les pays riches — ont les moyens de surveiller les séismes. Résultat, quand survient un tremblement de terre, les ondes sismiques sont essentiellement enregistrées depuis des stations situées dans l'hémisphère nord. Or, pour obtenir une séismicité globale, il faut des sismographes répartis de manière homogène à la surface de la planète. De plus, l'Antarctique est un excellent site pour ce genre d'enregistrement : les bruits sont faibles et perturbent donc peu la mesure.

En quoi va consister l'expérimentation ?

Il s'agit d'effectuer, au même point, une mesure de la vibration du sol et un relevé précis du déplacement de la glace. Le Géocube sera chargé de la mesure en surface, et le sismomètre va enregistrer les vibrations venant des fractures du sol. En fait, j'espère faire deux tests. Un premier sur la glace et à proximité des côtes, un second à l'intérieur des terres près d'une rivière de glace, là où le mouvement de la glace s'accélère. En moyenne, le continent blanc est recouvert d'une épaisseur de glace comprise entre 2 et 2,5 km. Mais à 200 ou 300 km des côtes, des chenaux de glace se forment et au niveau de goulots d'étranglements, le mouvement de la glace s'accélère pour former des sortes de rivières. Cette première série de mesures permettra de tester le matériel, surtout l'étanchéité du Géocube. Et si l'expérience est concluante, l'idée est de revenir l'année suivante avec beaucoup plus de ces GPS. Les rivières de glace dont on parle font plus de 100 km de large. Il faut donc un grand nombre de cubes pour couvrir la zone.

---

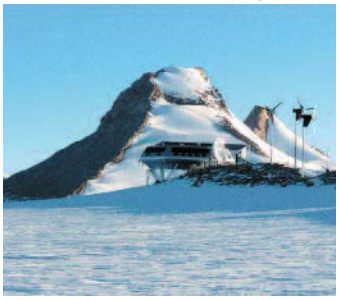
vingtaine de modules et de construire un des premiers prototypes. « *Il nous a surtout permis de mettre au point la version 2 du Géocube* », précise Olivier Martin.

L'IGN participe également au projet Immanent, lancé par l'Ifsttar (Institut français des services et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux). Il s'agit de fabriquer un démonstrateur de la qualité de l'air qui sera intégré ensuite dans le Géocube. *Immanent* signifie « Instrumentation massivement distribuée et nomade pour le transport et la ville ». Le programme est découpé en deux projets. Le premier a pour objectif de développer un système de monitoring permettant une évaluation fiable de la performance énergétique des bâtiments à partir de relevés *in situ* de données. Le second vise à mettre au point un démonstrateur de la qualité de l'air extérieur. Le capteur est fabriqué par l'École supérieure d'ingénieurs en électronique et électrotechnique (ESIEE), mais il n'est pas encore prêt. « *La partie sensible du capteur est en cours de développement. Mais on n'a pas encore pu l'intégrer à notre matériel* », avoue Olivier Martin. Le temps de l'émancipation est donc venu pour le Géocube.

La période de tests sur le terrain commence. Quatre des cubes estampillés IGN s'apprêtent à partir en expédition en Antarctique avec le sismologue Denis Lombardi. Équipés de sismomètres, ils vont devoir résister au froid et à l'humidité du pôle Sud. Pendant deux mois, ils seront chargés de suivre le comportement de la calotte glaciaire. S'il y survit, le Géocube aura gagné ses derniers galons avant la mise en production. ■

www.geokylia.com

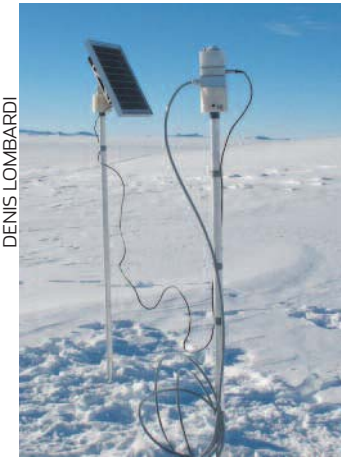
DENIS LOMBARDI



Mission
La base belge Princesse Elisabeth, centre de recherche "zéro émission» en Antarctique. Ci-dessous, le modèle de sismomètre utilisé en Antarctique et un Géocube.

DENIS LOMBARDI

DENIS LOMBARDI



Plein sud
Un Géocube avec couche sismomètre et panneau solaire en Antarctique le 25 décembre 2013.

L'histoire d'une trouvaille

2005
Concours Onera/DGA pour la fabrication d'un drone à ailes battantes.

2009
Le système d'exploitation du Géocube est mis au point par Christophe Meynard.

Été 2012
Premiers tests sur le glissement de terrain de Super-Sauze.

Octobre-novembre 2013
Tests du Géocube sur le glacier d'Argentière.

Mi-décembre 2013
Denis Lombardi, de l'Observatoire Royal de Belgique, emporte quatre Géocubes en Antarctique.

Début 2014
Dernier prototype prévu.

3e trimestre 2014
Vente des premiers modules.

2014-2015
Commercialisation d'un millier de modules.

QUESTIONS | **RÉPONSES**

1. Existe-t-il des fonds de cartes IGN proposés à des fins éducatives et gratuits ?

■ Des fonds de cartes IGN sont téléchargeables gratuitement sur le site education.ign.fr de l'IGN, dans la rubrique « Ressources ». Ils couvrent la France métropolitaine et ses régions, les départements d'outre-mer ainsi que l'Europe (pays et capitales avec ou sans toponymes).
Concernant la France métropolitaine, différents fonds sont proposés : avec ou sans toponymes, contours des régions et des départements, fleuves principaux, préfectures, réseaux routier, autoroutier et fluvial ainsi que la France physique. Ces fonds de cartes sont disponibles selon les termes de la licence ouverte Etalab.
Il est donc simplement demandé aux utilisateurs qui veulent les réutiliser d'apposer la mention *IGN 2012 - licence ouverte*.
Par ailleurs, Pyramide Plan, qui est un ensemble de plans multi-échelles, est lui aussi disponible gratuitement, via les API du Géoportail, pour le grand public ainsi que pour les usages relevant de mission de service public.
D'autres services en ligne gratuits (données du Géoportail en 2D et 3D, données du RGE, service Inspire) sont détaillés en page 19 d'IGN Magazine n°71.

IGN

IGN

Audrey Defossez
Chef du département édition et stratégie numérique

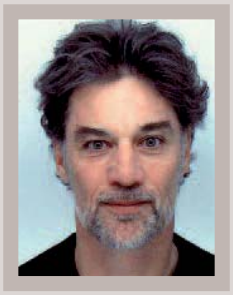
2. Est-il possible pour des professionnels de commander en ligne les bases de données IGN ?

■ Oui. Depuis octobre 2007, l'IGN donne la possibilité aux professionnels publics ou privés de télécharger la majeure partie des bases de données de l'IGN. En juillet 2012, l'IGN a ouvert son nouvel espace de téléchargement sur le site http://professionnels.ign.fr/ qui offre aux professionnels un catalogue en ligne enrichi. Ce nouvel espace met en œuvre la nouvelle politique de diffusion des données du Référentiel à grande échelle (diffusion au coût marginal) permettant aux acteurs publics éligibles de télécharger gratuitement les quatre composantes du RGE® (orthophotographique, topographique et altimétrique, parcellaire, adresse). Il permet également aux enseignants-chercheurs de bénéficier de la gratuité sur l'ensemble des données IGN.

Quelles données trouve-t-on en téléchargement sur l'espace professionnel ?
La plupart des données produites à l'IGN avec certaines restrictions concernant les volumes, les formats et les projections. On y trouve les grandes familles de données IGN par emprise départementale, communale ou par dalle :
les cartes (SCAN 25®, SCAN express 25…), les bases de données en format vectoriel (BD TOPO®, ROUTE ADRESSE®…), le parcellaire cadastral (BD PARCELLAIRE®), les modèles numériques de terrain (BD ALTI® 50 cm…), les ortho-images (BD ORTHO® 50 cm…). On y trouve également des données en coédition (Contours Iris®, France Raster®, SCAN Littoral®…)

Peut-on accéder aux services en ligne proposés par l'IGN ?
Oui. Les professionnels (privés, publics, associations) et les particuliers peuvent créer des contrats de service sur l'espace professionnel (API Géoportail, service de consultation INSPIRE, service de géolocalisation, service d'alticodage…). Le client ou l'usager peut choisir parmi différentes licences selon ses besoins. Les contrats permettent d'obtenir des clés d'accès aux différents services.

IGN



IGN

Jean-Marc Le Gallic
Responsable du pôle e-commerce marché professionnel

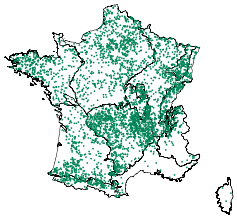
COMMENT FAIRE PARLER UNE PLACETTE D'INVENTAIRE

Haute couture
Tous les arbres présents sur la placette ont droit à une prise de mesure : hauteur, circonférence, hauteur de la bille de pied sont relevées.

IGN

L'inventaire forestier passe chaque année au peigne fin 7 000 points en forêt métropolitaine. Mais qu'y relèvent les enquêteurs, et dans quels buts ? Voici l'inventaire d'un inventaire.

Les forestiers, les industriels ou les collectivités ont besoin de connaître la quantité de bois existante et disponible, mais aussi celle produite et prélevée chaque année. C'est grâce à ces informations qu'il devient possible de proposer une gestion adaptée des forêts et de calibrer la filière en aval. Mais comment transformer une placette de vingt-cinq mètres de rayon en échantillon normalisé de forêt française ? Voici comment s'y prennent les équipes de l'IGN.



Botanique
Répartition du sureau noir en France.

1 L'ÉVALUATION DE LA RESSOURCE

Le premier élément calculé, c'est le volume de bois. L'essence et les caractéristiques physiques de tous les arbres recensables de la placette sont relevées. On mesure la circonférence à 1,30 mètre, la hauteur totale, et la hauteur de découpe de la tige principale de l'arbre. Afin de suivre l'évolution des forêts, l'inventaire relève aussi des données renseignant les flux de bois. Les cinq derniers cernes des arbres sont mesurés. Cela permet de déterminer leur accroissement durant les cinq années précédentes.
Le relevé des arbres morts sur pied de moins de cinq ans renseigne le taux de mortalité. L'inventaire enregistre également des informations permettant d'apprécier les possibilités d'exploitation des forêts.

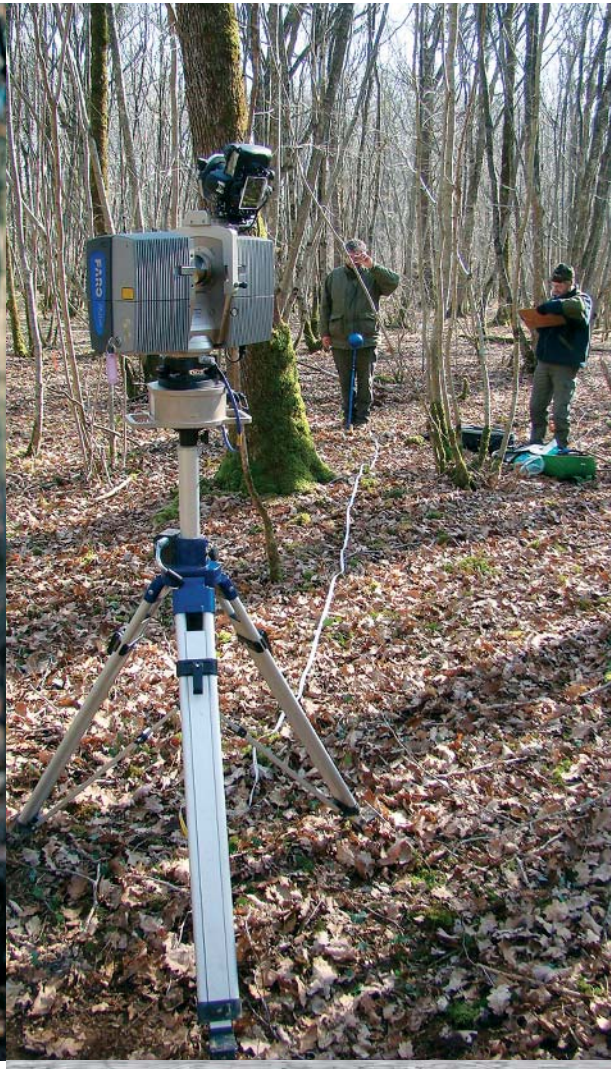
2 LE POTENTIEL DES STATIONS

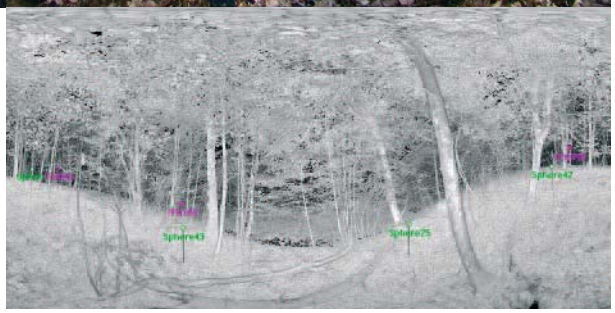
Pour avoir des forêts et des bois de qualité, il est important d'adapter les essences et les modes de gestion aux conditions locales. Le creusement d'une fosse pédolo-

Prélèvements : le retour sur placettes

Le retour sur une placette visitée cinq ans auparavant permet de savoir ce qui y a été éventuellement coupé, et donc d'évaluer les prélèvements sur la forêt française. Si la placette a perdu son caractère forestier, elle entre dans le calcul de la surface de forêt disparue. Lors de la campagne 2015, les informations recueillies sur les points-retour de l'inventaire seront plus nombreuses. Une nouvelle lecture de points photo-interprétés cinq ans auparavant permettra également d'évaluer la surface gagnée par la forêt.

FRANCK JUERY





IGN

gique permet d'apprécier la profondeur et la texture des horizons du sol, ses conditions limitantes (oxydation, hydromorphie, etc.) et de déterminer le type d'humus, de sol et la roche-mère. Ces données permettent d'obtenir par calcul d'autres informations, dont la quantité maximale d'eau que le sol peut retenir. Le relevé floristique donne des renseignements complémentaires. Les espèces végétales sont soumises aux conditions qui règnent sur la placette. Elles permettent d'évaluer l'hydromorphie ou les conditions trophiques du sol.

3 LA BIODIVERSITÉ

Le relevé floristique inventorie et note l'abondance de toutes les espèces végétales — champignons exceptés — présentes sur la placette. Cette donnée permet de connaître la diversité du peuplement en essences d'arbres, arbustives et herbacées.

Le relevé du bois mort sur pied et au sol et la détermination de la structure verticale du peuplement (strate basse, haute, etc.) permet de recenser les habitats potentiellement favorables au développement de la biodiversité.

Depuis 2011, l'IGN suit les habitats forestiers dans le temps, afin de renseigner et suivre leur état de conservation. Ces inventaires sont progressivement mis en place dans chacune des grandes régions écologiques.

4 LA SANTÉ DES FORÊTS

En liaison avec le département santé des forêts du ministère en charge des forêts, plusieurs indicateurs d'un affaiblissement des arbres sont relevés: le taux de branches mortes dans la partie supérieure des houppiers ayant un accès à la lumière, la présence et l'abondance de gui et de gélivure, et sur les sapins, de dorges et de balais de sorcière. Ces indicateurs permettent de détecter précocement certains dépérissements.

5 LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET LES ÉMISSIONS DE CARBONE

L'inventaire forestier permet de quantifier le carbone stocké dans les forêts, mais aussi de relever l'impact des variations climatiques. Le stock de carbone des arbres vivants est estimé à partir des volumes aérien et racinaire des arbres, calculés par tarifs de cubage s'appuyant sur la hauteur et la circonférence des arbres.

Enfin, les relevés du bois mort sur pied et au sol permettent d'estimer le stock de carbone qu'il contient.

L'impact des changements climatiques peut être visualisé au travers des modifications des aires de répartition des espèces, obtenues lors des relevés floristiques. Par ailleurs, l'étude des variations d'accroissement du diamètre des essences françaises dans le temps et les données relatives à la santé des forêts renseignent sur la vitalité des peuplements, et un potentiel impact climatique. ■

Tour de taille
La mesure de la circonférence à 1,3 mètre est la base des mesures physiques des arbres (dendrométrie).

Lidar
Le lidar aide les forestiers : planté sous le couvert, il scanne la placette et restitue une image 3D. L'objectif visé est de disposer de tarifs de cubage précis à différents niveaux de découpe, à moindre coût.

TERRES DE GUERRE

DE LA SUITE DANS LES DONNÉES

La 4e édition du concours Géoportail a distingué les meilleures utilisations des données en ligne de la plus grande bibliothèque numérique française de données géographiques — et cette fois avec ou sans utilisation de l'API. Voici les gagnants, catégorie par catégorie.

TERRES DE GUERRE

1ER PRIX ET PRIX DU JURY – TOURISME ET CULTURE

TERRES DE GUERRE : ITINÉRAIRES DE POILUS

À la veille des commémorations du centenaire de la Grande Guerre, l'application Terres de guerre rend hommage aux Poilus et restitue leur quotidien durant le conflit. Le site propose des contenus multimédias riches et variés et une interface cartographique de grande qualité, qui permet de localiser les champs de bataille et de suivre la progression des armées. Les cicatrices de cet épisode de l'histoire et les transformations des paysages sont illustrées au moyen de photographies aériennes historiques de l'IGN. Cette application « coup de cœur » a également reçu le prix du jury.

http://terres-de-guerre.geonef.fr/

1ER PRIX – PROJET

OBSERVATOIRE PISCICOLE ARTOIS-PICARDIE

L'observatoire est porté par la Fédération de pêche et de protection du milieu aquatique du Pas-de-Calais. Le projet prévoit la conception d'un site Internet et d'une carte interactive permettant de localiser les stations piscicoles et de fournir des informations sur le milieu aquatique, à l'échelle de chaque tronçon hydrographique. Bientôt disponible, l'application s'adressera au grand public et ciblera d'abord les pêcheurs, techniciens et organismes publics ou associatifs œuvrant dans l'écologie et l'environnement.
opap.fr

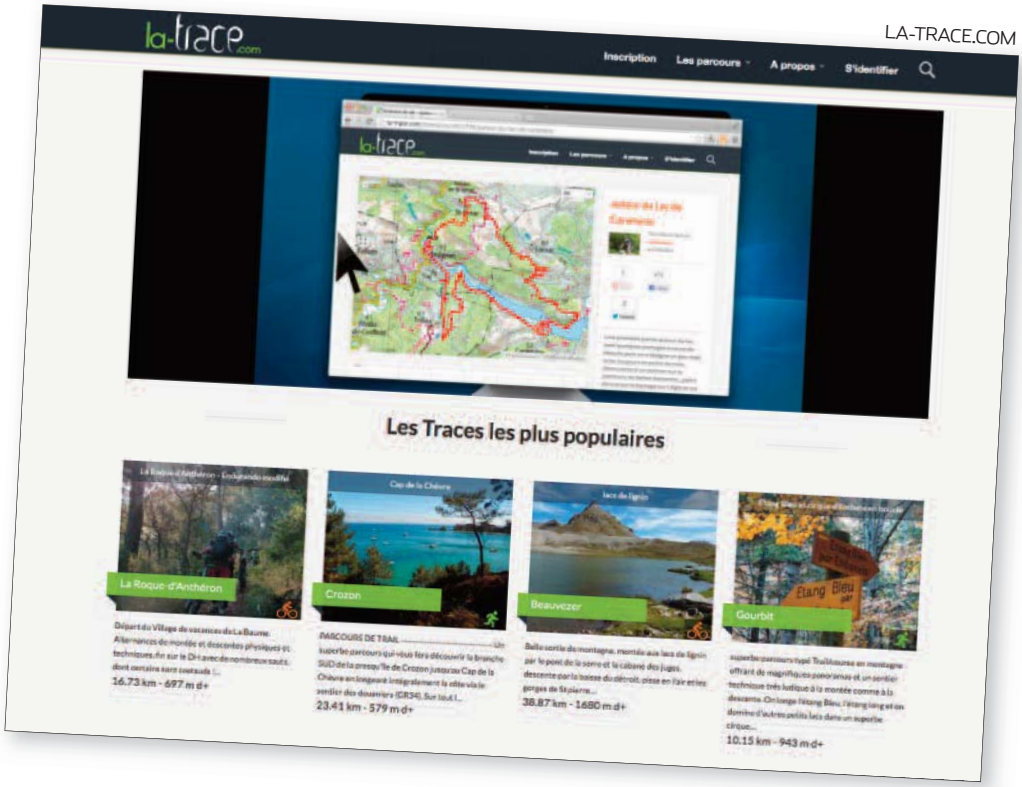
1ER PRIX – SPORT ET LOISIRS DE PLEIN AIR

LA-TRACE.COM : TOUS VOS PARCOURS NATURE

Développée par un passionné de sports de plein air, l'application la-trace.com est un site de publication et de partage de traces GPS pour le trail et le VTT. Le site permet de publier ses meilleurs parcours en quelques clics et de les partager avec d'autres utilisateurs ou sur les réseaux sociaux. Grâce à différents modules de recherche, les membres de la communauté ont aussi la possibilité de découvrir de nouvelles traces pour partir à l'aventure, tout en bénéficiant du confort et de la sécurité offerts par leur géonavigateur.

la-trace.com

LA-TRACE.COM



PRIX DU PUBLIC

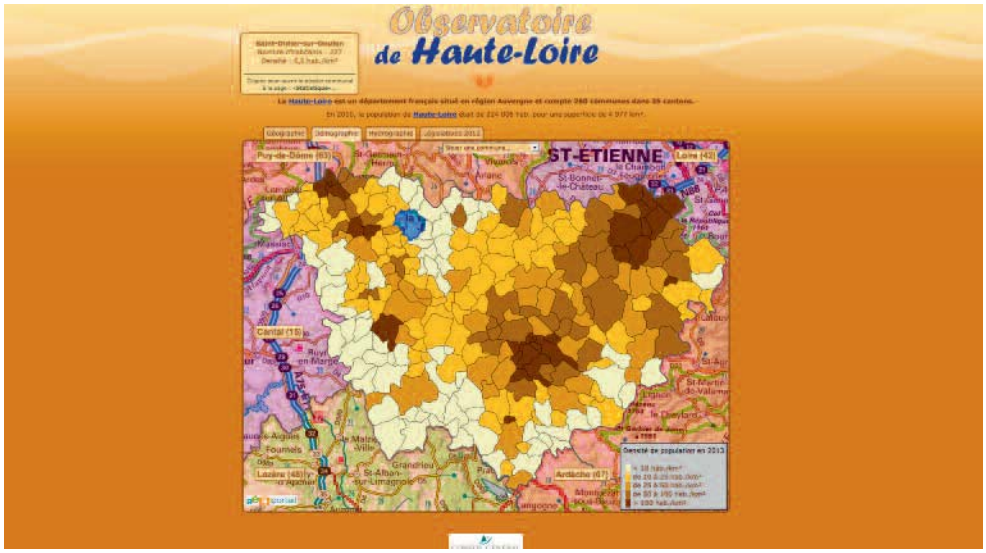
TRACEGPS.COM : 15000 BALADES EN LIGNE

Considéré comme l'un des premiers sites francophones de randonnées numériques, TraceGPS.com offre près de 15000 balades en ligne. Après avoir sélectionné le lieu de son choix, l'internaute accède à des suggestions de parcours à suivre à pied, à cheval, en VTT… ou en courant. Une fois le niveau de difficulté et la durée choisis, il devient possible de visualiser son parcours sur des fonds cartographiques IGN, de le télécharger et de le stocker sur son géonavigateur ou téléphone intelligent avant son départ en balade.

www.tracegps.com

TRACESGPS.COM

OBSERVATOIRE DE HAUTE-LOIRE



1ER PRIX – SERVICES AUX CITOYENS

OBSERVATOIRE DE HAUTE-LOIRE : UN DÉPARTEMENT À LA LOUPE

L'observatoire de Haute-Loire (43) est un site développé à titre personnel par un habitant du département. L'application mobilise plus de 140000 données d'intérêt public provenant de diverses sources officielles. À partir d'une interface cartographique dynamique, elle propose d'accéder à des dossiers communaux organisés en cinq volets : cartographie, comptes publics, statistiques, encyclopédie et qualité des eaux. Ce projet a reçu le soutien du conseil général de Haute-Loire.

http://obs43.fr/

ZOOM

RÉVOLUTION FONCIÈRE À KAMPALA

De 2010 à 2013 IGN France International (IGN FI) a piloté en Ouganda, sur une zone test, la mise en place d'un système d'information foncière (SIF). Ou comment passer, au cœur de l'Afrique et dans les délais impartis, d'une montagne de vieux papiers à un SIF tout neuf. Une révolution.

Lorsqu'elle atterrit pour la première fois à Entebbe, en février 2008, Nadège Orlova sait que IGN FI a mené une mission cartographique dans le pays, de 1994 à 1996, en utilisant les premières images Spot disponibles, puis entamé en 2000 la construction d'un référentiel géodésique basé sur des mesures GPS.
Ce qu'elle découvre, c'est que l'équipe de cartographes locaux qui s'était attelée en 1995 à la constitution d'une cartographie au 1 : 200 000 a poursuivi son travail, en utilisant les mêmes images Spot vieilles de près de quinze ans…

Un consortium mené par IGN FI

En 2008, IGN FI n'est que l'un des répondants à un appel d'offres passé par la Banque mondiale. L'Ouganda, protectorat britannique depuis 1900, indépendant depuis 1962, n'a pas de système d'information foncière. Il faut en recréer un. Le pays est grand comme la moitié de la France. Ses archives sont en lambeaux. Rien n'est informatisé. Pourtant, sans titres de propriété certifiés et localisés, pas de plans de développement agricole. Pas d'investisseurs étrangers. Pas de sécurité pour les propriétaires — ceux qui le sont réellement, ceux qui pensent l'être — ni pour les fermiers ou locataires.
Pour répondre à l'appel d'offres, IGN FI a constitué un consortium avec l'IGN qui réunit plusieurs sous-traitants internationaux et locaux dont ILS, Coseke, Swedesurvey (l'office de cartographie suédois), Registers of Scotland (l'office écossais de la propriété foncière), l'Ouganda étant anglophone et de culture juridique anglo-saxonne. Le budget total de l'opération se monte à 11 millions de dollars. En 2009, le consortium fait partie de la *short list*. Et emporte la compétition. Le travail débute en février 2010.
Le projet Desilisor (lire encadré) est basé à Kampala. Sa directrice, depuis, se nomme Nadège Orlova, directrice régionale pour l'Afrique de l'Est, l'Asie centrale et la Russie à IGN France International.

IGN FI / NADÈGE ORLOVA

Au passé
L'outil de production des titres fonciers avant l'introduction du SIF.

500 000 titres à classer

Sur des étagères, empilés sans référencement, sans ordre, dorment environ 500 000 titres de propriété vieux parfois d'un siècle. Le service des archives n'a ni méthode de classification ni ordinateurs. La durée moyenne de l'enregistrement d'une transaction est de 270 jours.
Lorsqu'ils colonisent le royaume du Buganda à la fin du XIX^{e} siècle, les représentants des compagnies anglaises s'installent près du lac Victoria, au sud, à Kampala et Entebbe. Les colons importent le

Le projet Desilisor

> Le projet Desilisor a démarré en février 2010 en Ouganda, grâce à un financement de la Banque mondiale. Il est l'acronyme de *Design, Supply, Installation, Implementation of the Land Information System and Securing of Land Records*, soit la conception et la mise en place d'un système d'enregistrement et de sécurisation des actes fonciers. Piloté par IGN FI, il est soutenu sur place par le *Ministry of Lands, Housing and Urban Development*, le ministère de l'aménagement du territoire. La phase 1 dite opérationnelle, portant sur six des 21 districts cadastraux du pays, s'est achevée en mars 2013. La maintenance et le support technique se poursuivent jusqu'en mars 2014.

IGN FI / NADÈGE ORLOVA

IGN FI / NADÈGE ORLOVA

IGN FI / NADÈGE ORLOVA

En majesté
Le Nil à l'aube, vers Jinja, un des sites pilotes du projet.

Coopération
L'équipe de production à Entebbe avec des experts d'IGN FI.

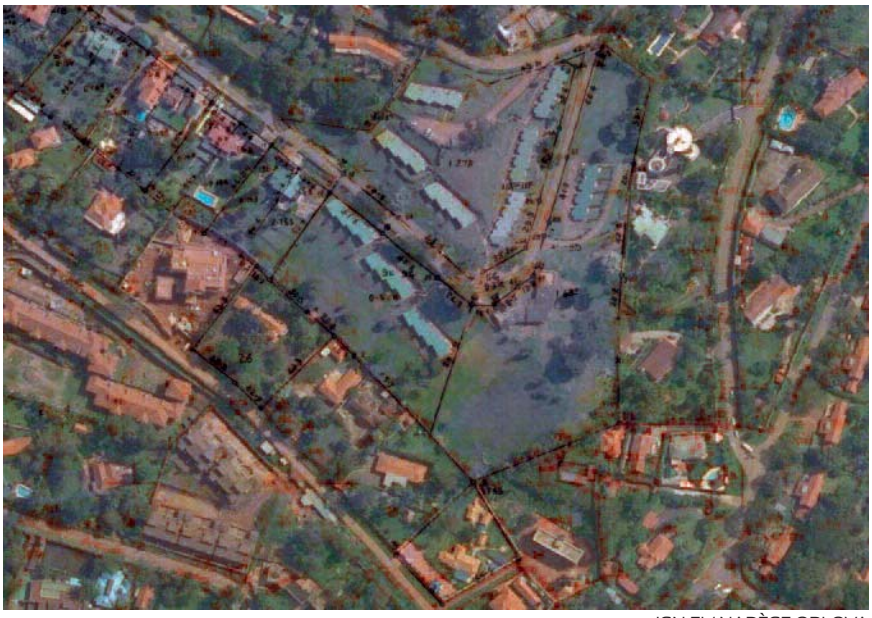
Séminaire
Atelier sur la modification des méthodes de travail, avec les personnels du ministère et les experts du projet.

système foncier anglo-saxon. Le *leasehold* est un contrat à bail, souvent de fermage. Le *freehold* un titre de propriété ordinaire. Un *mailo* (de mile) est un titre de propriété portant à l'origine sur 8 miles carrés octroyé par les colons anglais aux chefs de tribu à partir de 1900. Quand il est localisé, c'est sur la base des cartes au 1 : 50 000 de l'époque. Souvent, il ne l'est pas.
Initialement l'équipe d'encadrement du projet est composée de trois personnes : Nadège Orlova, Patrick Derouet et Stéphane Gil. Ils doivent manager jusqu'à une centaine d'experts et de techniciens et ont trois ans pour mener le projet à bien. Le projet Desilisor couvre six des vingt et un districts cadastraux ougandais, représentant 20 % de la surface du pays. Les tâches sont multiples.

Deux cents personnes formées sur place

Il faut concevoir et développer le système et définir les spécifications des futurs documents. Il faut convertir les titres anciens dans ce nouveau système. Il faut intégrer au même système toutes les données foncières, quand elles sont connues — les noms, les superficies, les hypothèques. Il faut géolocaliser le tout. Il faut enfin étendre ce fonctionnement à toute la zone concernée. C'est la dernière tâche, et pas la plus simple : le nouveau système d'information foncière, une fois en vitesse de croisière, sera largement décentralisé. Pour cela, il a fallu dispatcher quelque 300 000 titres dans leurs districts d'appartenance, en conservant l'ordre et en réduisant les temps d'interruption de l'accès du service au public. La géographie d'abord. Des prises de vues aériennes des zones urbaines sont réalisées. Puis on démarre le travail de mise à niveau des compétences du département de cartographie et de topographie à Entebbe. « *Certaines cartes* [anciennes] *n'étaient pas vraiment des cartes* », se souvient Nadège Orlova. 16 500 cartes, concernant la seule zone test, sont numérisées et s'il le faut, rectifiées. Un tiers des cartes ne portaient ni nom de villes ni coordonnées géographiques. « *Et les plus récentes n'étaient pas les meilleures.* » Faute de moyens après l'indépendance, en 1962. Un centre de production est installé à Entebbe, pour permettre le géoréférencement. Il s'appuie sur une équipe locale, dont la connaissance du terrain fait merveille. En quatre mois, toutes les cartes sont identifiées, et géoréférencées dans la foulée. Avec l'aide du département informatique de l'IGN, le projet Desilisor permet

« Au total, deux cents personnes ont été formées en Ouganda. Ce fut une révolution… numérique. On enregistrait 400 transactions par mois en mars 2013. On était passé à 5 000 en octobre. »



IGN FI / NADÈGE ORLOVA

Image composite
Superposition des cartes cadastrales avec l'orthophotographie.

l'achat de six tonnes de matériel, à répartir dans les nouveaux bureaux décentralisés du ministère, dont 18 serveurs de 32 Go de mémoire vive, 90 ordinateurs, des disques durs, des imprimantes, des réseaux complets, à installer dans des bâtiments fraîchement construits et parfois en cours d'achèvement. « *Au total,* poursuit Nadège Orlova, *deux cents personnes ont été formées en Ouganda. Et cela a représenté une révolution numérique pour le ministère* », pour passer en quelques mois de la culture de la dactylographie aux scans ortho-rectifiés d'un système d'information géographique. La révolution s'est faite aussi grâce à une bonne politique de communication et de sensibilisation à ces nouvelles technologies : en février 2013, le projet était bouclé, du moins dans sa phase préliminaire et pour les six districts tests. Le même mois, les premiers guichets étaient ouverts au public.

Depuis, le système poursuit sa montée en régime. « *On enregistrait 400 transactions par mois en mars 2013. On était passé à 5 000 en octobre* », note Nadège Orlova. *Tous les documents produits aujourd'hui ont des codes-barres. Ils sont sécurisés et traçables. On peut suivre les intervenants dans la préparation de chacun des documents.* »

La fraude est devenue beaucoup plus difficile. Les documents, anciens ou nouveaux, sont définitivement sauvegardés, et à l'abri de l'humidité, de la poussière et des dégradations diverses. Les nouveaux titres sont beaucoup plus difficilement contestables, et les anciens ont été validés par le ministère, notamment lors de visites de terrain. Comme un puzzle que l'on complète, à l'échelle d'un pays, quitte à refabriquer une à une les pièces manquantes. La mise à jour de l'existant, la réparation de toutes les erreurs anciennes pourraient encore prendre quelques années, estime Nadège Orlova.

Une nouvelle culture des données numériques

L'extension du système à tout le pays est prévue pour le printemps 2014. L'achèvement dans les temps de la phase 1 devrait inciter la Banque Mondiale à financer cette phase 2. Dans les districts du nord du pays, la culture foncière est différente. Le système devra être adapté. Il devra surtout prendre en compte ces 82 % de terres dépourvues de documents administratifs où les relations dans le domaine foncier sont basées sur le droit coutumier. C'est cent fois plus qu'en France. La preuve d'une « *possession paisible et non contestée* » permettra de déposer une demande d'acquisition de titre, délivré après enregistrement. Le système est maintenant rodé. Des délégations de la Tanzanie voisine et du Ghana sont venues en examiner le fonctionnement.

Plus largement, souligne Nadège Orlova, la culture de l'information géographique a fait des émules, au-delà de l'information foncière, et séduit d'autres administrations. Les photos aériennes orthorectifiées ont été utilisées par l'agence nationale routière ou la mairie de Kampala, et intéressent les parcs nationaux. Le système foncier repose sur une infrastructure géographique qui ne demande qu'à trouver d'autres usages. Cela pourrait être le cas si un projet de type infrastructure nationale de données géographiques (INDG) intéressait les autorités ougandaises. ■

IGN FI / NADÈGE ORLOVA

Assoupi
Lac volcanique en Ouganda.

« LA NUMÉRISATION EMPÊCHERA OU RÉDUIRA LES TRANSACTIONS SUSPECTES »

IGN-FI

3 questions à...

Richard Oput

Ministère
de l'aménagement
du territoire
et du développement urbain
de l'Ouganda

En quoi le projet Desilisor a-t-il amélioré le travail de la fonction publique ougandaise ?

Le système d'information foncière (SIF) a été installé dans neuf sites comprenant les six districts cadastraux de Kampala, Jinja, Mukono, Wakiso, Masaka et Mbarara, le siège du ministère à Kampala ; le département de cartographie et topographie à Entebbe et le centre national d'informations foncières à Kampala. Le SIF a contribué à l'amélioration de l'efficacité interne des opérations foncières permettant ainsi de fournir aux clients des services fonciers rapides, efficaces, sûrs et diversifiés. Il a amélioré aussi le système de gestion et d'administration foncières et l'interface clients, la diffusion effective et efficace des informations foncières, et le délai de livraison des services fonciers à travers une meilleure productivité, en satisfaisant la clientèle grâce à des services réactifs, qualitatifs et quantitatifs.

Les autres réalisations phares du projet comprennent, outre la numérisation d'autres titres et données cadastrales, la numérisation de tous les contrats à bail et des titres de propriété de tout le pays puisque tous ces derniers étaient auparavant traités au siège de Kampala et qu'ils le sont désormais dans le SIF.

Nous avons aussi la possibilité de générer des rapports sur le rendement, et d'intégrer dans la base de données des informations provenant d'institutions diverses. Cela inclut les limites administratives, la superficie des forêts, les marécages, les organismes des eaux, les parcs nationaux, les réserves et les zones protégées, les routes nationales et les routes communautaires. Cela garantira la gestion globale des informations foncières et qu'aucun relevé topographique non autorisé ne sera effectué dans des zones protégées comme les forêts, les parcs nationaux, etc. On peut ajouter aussi l'établissement définitif d'une infrastructure de contrôle de la cartographie et de la topographie. La prise de photos aériennes de la zone concernée par le projet fournit ainsi les premières données cartographiques utiles pour le processus de développement du SIF. Les toutes premières cartes ont été utilisées pour contrôler, vérifier et actualiser la situation sur le terrain.

Les photos à haute résolution ortho-rectifiées concernant les six zones urbaines de Jinja, Mukono, Wakiso, Kampala, Masaka et Mbarara peuvent être utilisées pour la gestion et la planification foncière, la planification de projets d'investissement ainsi que pour d'autres programmes de développement dans les zones urbaines. Enfin, le personnel ougandais a été formé à la gestion et à l'utilisation du SIF.

De quelle façon ce nouveau système aide-t-il la population ?

La mise en place du SIF éliminera les problèmes rencontrés lors de l'utilisation du système manuel : traçages douteux et double référencement des titres, allocations multiples de terrains, contrefaçons de documents fonciers, empiétements sur les routes et les réserves, relevés de terrains erronés ou se chevauchant ou subdivisions non autorisées, amendements et falsification des relevés concernant des titres fonciers... Pendant la phase de développement et de mise en place du SIF, l'Ouganda a progressé de 37 places dans le classement du coût de réalisation des transactions commerciales. Cela est dû à un environnement commercial propice, mesuré par la réduction du temps passé à transférer les titres de propriété. Une fois complètement installé, le nouveau système d'information foncier diminuera significativement le temps requis pour vérifier et actualiser les titres fonciers, améliorera la sécurité du processus d'inscription au cadastre et limitera les risques de fraudes liées à la vérification, à la mise à jour et au transfert des titres fonciers.

Les six districts cadastraux de la zone test gèrent 60 à 70 % des transactions foncières de l'Ouganda. Les gens effectuant des transactions foncières seront reçus dans ces bureaux cadastraux et n'auront plus à parcourir de longues distances jusqu'à Kampala ou Entebbe. La numérisation empêchera, réduira ou éliminera les transactions suspectes, les falsifications et la corruption. L'enregistrement des transactions sera plus efficace et plus rapide grâce à l'informatisation.

Quelle est le besoin le plus urgent de l'Ouganda en matière d'information géographique ?

Mettre en place une solide infrastructure nationale de données géographiques.

IGN FI / NADÈGE ORLOVA

Archives
Le système de stockage des documents fonciers remontait au début du XX[e] siècle.

Lignes de vie

1988 à 2000 Professeur agrégé d'histoire-géographie.

2001 à 2005 Formateur à l'IUFM de Lyon et responsable du service TICE.

Depuis 2005 Chargé d'études et de recherche au sein de l'équipe EducTice de l'Institut national de recherche pédagogique (désormais Institut français de l'éducation au sein de l'ENS de Lyon).

2008 Obtention d'une thèse de doctorat sur les usages cartographiques dans l'enseignement secondaire.

Depuis 2011 Maître de conférences en sciences de l'éducation à l'Université de Cergy-Pontoise.

Sylvain Genevois

Agrégé d'histoire-géographie, maître de conférences en sciences de l'éducation à l'université de Cergy-Pontoise, Sylvain Genevois est spécialiste de cartographie numérique. La révolution numérique, du GPS au Géoportail, influence aussi l'enseignement de la géographie…

Pourquoi cet intérêt pour la géographie ?
C'est une spécificité française que d'associer l'histoire et la géographie dans l'enseignement. Je suis historien de formation. J'ai obtenu une maîtrise d'histoire ancienne à Lyon 2. Mon attirance pour la géographie, et surtout la cartographie, s'est développée à travers l'enseignement dans le secondaire et en liaison avec le développement des outils de cartographie numérique dans la société. Ce qui me passionne, c'est la dimension éducative des cartes, qui offrent une certaine abstraction du réel et une vision du monde. L'objet en tant que tel est très didactique. J'anime dans ma commune une équipe qui a dépouillé un plan terrier, un plan cadastral du XVIII^{e} siècle représentant les parcelles de terres à l'échelle d'une seigneurie. Ce travail a duré trois ans et mobilisé 20 bénévoles. Il a été présenté lors des journées européennes du patrimoine 2013.

Et la cartographie numérique ?
Avec le GPS et toutes les informations géolocalisées dont on dispose aujourd'hui, on est en train de construire un nouveau rapport à l'espace. L'utilisateur crée la carte. On sort de la carte préconstruite, de l'atlas, du manuel. L'utilisateur choisit le type de couches, le degré de zoom, l'angle de vue, la hauteur du relief, le rendu des formes et des couleurs. Il peut superposer ses propres informations en important d'autres cartes ou des images qu'il a lui même saisies. Ce nouveau monde géonumérique donne accès à une perception augmentée de l'espace.

La carte garde-t-elle sa place dans l'enseignement ?
La question est de savoir si on souhaite aller vers une éducation aux usages géonumériques. Les disciplines sont piégées par le poids de la tradition scolaire. Le téléphone mobile reste strictement interdit au sein des établissements scolaires. Ce qui se comprend très bien notamment pour des raisons de dérives dans l'usage des réseaux sociaux. On commence tout juste à introduire les outils géomatiques à l'école alors que les élèves les utilisent dans leur quotidien. L'école reste en décalage par rapport à la société. Aux États-Unis, en revanche, les enseignants se servent de jeux de géolocalisation, comme le geocaching. Cette chasse au trésor numérique en équipes permet d'appréhender l'espace via un parcours ludique et se fait sur le terrain grâce à un GPS et à un téléphone portable avec des outils de cartographie embarquée. L'IGN contribue à accompagner ces évolutions en proposant une application mobile du Géoportail. En décidant de rendre gratuit l'accès au portail Edugeo, l'IGN et le ministère de l'éducation nationale facilitent l'utilisation pédagogique des données géographiques pour tous les enseignants et les élèves du 1er et du 2nd degrés.

Quels sont les limites et avantages du numérique ?
Les outils géomatiques constituent de nouveaux outils pertinents d'intelligibilité du monde et se prêtent, sous certaines conditions, à différentes formes d'apprentissage. Quelles sont ces conditions ? Il est nécessaire d'éduquer les élèves aux médias, au droit à l'image, qu'ils acquièrent un regard critique sur ces informations accessibles par tous, aux réseaux sociaux de communication. Il faut également du recul face à la carte. Il est possible par exemple de géolocaliser ses « amis », parfois à leur insu. Il est important de réfléchir à l'éducation aux usages géonumériques.

Quels sont les nouveaux axes de recherche ?
Au sein de l'Observatoire des pratiques géomatiques (INRP), nous accompagnons les enseignants dans la prise en main et l'usage didactique des outils de géovisualisation du type Google Earth ou Géoportail. La géographie scolaire évolue. Avec les QR code, ces flashcodes que l'on scanne dans la ville, d'autres utilisations se dessinent, du type « réalité mixte ». Les villes ou les musées s'en servent de plus en plus pour envoyer des informations le long d'un parcours citadin ou dans la découverte d'une exposition. Les implications éducatives et culturelles sont énormes. Nous ne sommes qu'au début de cette révolution numérique.

« On commence tout juste à introduire les outils géomatiques à l'école alors que les élèves les utilisent dans leur quotidien. Aux États-Unis en revanche, les enseignants se servent de jeux de géolocalisation, comme le geocaching. »

Quelques publications

Thèse de doctorat - 2008. Quand la géomatique rentre en classe. Usages cartographiques et nouvelle éducation géographique dans l'enseignement secondaire.
Sous la direction de T. Joliveau, Université de Saint-Étienne.

La cartographie numérique dans l'enseignement secondaire en France : des usages encore en construction.
25^{e} Conférence internationale de la cartographie (Paris, 3 au 8 juillet 2011).

NASA Worldwind, Google Earth, Géoportail à l'école : un monde à portée de clic ?
Mappemonde, n°85 (1-2007), http://mappemonde.mgm.fr/num13/internet/int07101.html

Le plan terrier du marquisat de Miribel (1750).
Conférence pour les journées européennes du patrimoine (Miribel, 11 septembre 2013), http://goo.gl/1ZMpW6

Mouvement
Vue du glacier d'Argentière (Haute-Savoie) prise lors des mesures de mouvement du glacier réalisées avec le Géocube par les ingénieurs de l'IGN.

IGN/CINQUIEMECOLONNE/2014/REF.01/MAGIGN73